編 者 的 話

電腦問世幾十年後的 1960 年代, 電腦科學家們成功建構演算法來解決各種問題。但有些演算法耗時過長, 甚至無法在有生之年得到有效結果。如何刻畫及解決這些過於困難的問題? 量子電腦有何優勢?

想像 n 是一個不斷成長的數值。我們的工作量是以 n 的指數級增長, 還是 n 的多項式級增長? 當理論電腦學家提到某些問題對傳統電腦而言非常困難, 而對量子電腦來說相對容易時, 他們指的是這種區別：即最優的古典演算法需要指數級時間才能解決的問題, 量子電腦可以在多項式時間內高效解決。

理論電腦科學的一項基本任務是將問題依複雜度分類。複雜度類包含所有可在給定資源預算內解決的問題, 這些資源可能是時間或記憶體等。兩個最著名複雜度類是 P 和 NP。P 類問題指的是所有能夠由傳統電腦在多項式時間解決的問題。NP 類問題指的是所有傳統電腦不一定能快速解決, 但一旦給出答案, 就能在多項式時間驗證其正確性的問題。1993 年電腦科學家定義了一個新的複雜度類 BQP, 包含量子電腦可以有效率地解決的問題。他們也證明了 BQP 包含了 P 類中的所有問題。

鐘楷閔教授及施志偉先生在量子複雜度理論方面取得卓越研究成果。他們介紹了古典及量子複雜度理論, 也概述他們最新的研究進展。

莫宗堅、黃蘋教授於本刊第 192 期發表了《潮汐現象與沈括定律》一文。楊維哲教授對莫黃文做出有趣且重要的闡釋及補充, 並提出實質修正。楊教授對牛頓力學有獨到的詮釋。他計算並作圖解說引潮力的固有值及固有緯度, 從而刻畫揚潮點及陷潮點。楊文與莫黃文的引潮力在近月點一致, 但在遠月點相差一個負號。楊教授繼而計算引潮力位勢差的極大值, 此即莫黃文中的近星點的靜水壓力。在近月點與近日點, 他對比分析了自己與莫黃文的數據。

張海潮教授釐清相對論中重要但易混淆的觀念及敘述。在光速恆定原理的慣性時空 $\mathbb{R}^4 = \{(t,x,y,z)\}$ 中, 他推導 Minkowski 度量 $c^2d\tau^2 = c^2dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$ 的勞侖茲不變性。他討論了 $d\tau$ 的物理意義, 從而處理了雙生子謬誤。重力存在時, 光速不再恆定; 在 $\mathbb{R}^4 = \{(x_0,x_1,x_2,x_3)\}$ 中, 愛因斯坦推導出度量 $c^2d\tau^2 = \sum g_{ij}dx_idx_j$ 必須滿足的場方程式。這些方程式的第一個解是 Schwarzschild 度量, 只在坐標空間原點有一個靜止質量, 別無其它重力分佈。張教授討論了 Schwarzschild 度量的物理內涵。

黎曼提出 zeta 函數來討論高斯的質數分佈猜想。黎曼假說與質數分佈一直密切相關。質數分佈定理則與隨機漫步有關。而黎曼假說是否有物理依據? 它與隨機矩陣特徵值差距的機率分佈有何關聯? 謝南瑞教授講述黎曼猜想的發展歷史。

數學傳播電子版網址:

https://www.math.sinica.edu.tw/mathmedia

梁惠禎
2025 年 6 月

數學傳播 194 第四十九卷 第二期

目錄

量子糾纏背後的計算難題：
新型複雜度理論的探索 ············ 鐘楷閔．施志偉 3

引潮力三講 ·························· 楊維哲 8

$c^2d\tau^2$, Minkowski metric, Schwarzschild metric
與相對論 ························· 張海潮 33

機率學者看量子力學 (三) ··················· 謝南瑞 42

2025 年第 14 屆歐洲女子數學奧林匹亞競賽試題解答 ·····
教育部國際數理學科奧林匹亞競賽諮詢會數學工作小組 54

從向量觀點探討最小平方法·············· 楊宗穎．林信安 63

兩個數學遊戲問題的等價分析 ··················· 張進安 71

大小地圖重疊的一點 ························ 許明隆 80

圓內接四邊形內部矩形的面積討論 ················ 彭柏鈞 83

n 次反三角函數之不定積分 ···················· 李坤應 91

一道組合恆等式的另證 ······················· 連威翔 102

沙發轉彎問題與兩個簡易版的變化探討··· 薛黨鵬．鄭 欣 113

三角形旁切圓的幾個有趣的性質 ·················· 劉才華 118

第 31 屆 USAMTS 數學競賽 (第二輪) 試題賞析 鐘勁松 123

用複數法證明牛頓線定理 ······················ 朱小扣 134

再探一道壓軸題及其尺規作法 ··········· 張小川．邢春林 136